Aus der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen
Abteilung Poliklinik für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe

Besitzt die Geléeapplikation gegenüber dem mechanischen Einbürsten pastenförmiger Substanzen klinische Vorteile?

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
HANS-PETER BODENHÖFER
aus Stuttgart

1987

UNIV.
LIBRARY
KIEL

Aus der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen
Abteilung Poliklinik für Zahnerhaltung
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. P. Riethe

Besitzt die Geléeapplikation gegenüber dem mechanischen Einbürsten pastenförmiger Substanzen klinische Vorteile?

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
HANS-PETER BODENHÖFER
aus Stuttgart

1987

Dekan: Professor Dr. J. Dichgans
1. Berichterstatter: Professor Dr. Dr. P. Riethe
2. Berichterstatter: Professor Dr. H. Wörner

Druck: Zeeb-Druck, Tübingen 7 (Hagelloch)

INHALTSVERZEICHNIS

		SEITE
1.	EINLEITUNG	1
1.1.	Plaque und Zahnreinigung	1
1.2.	Möglichkeiten der Zahnreinigung	3
1.3.	Zahnbürsten	5
1.4.	Zahnpasten	7
1.5.	Zahnpulver	11
2.	MATERIAL UND METHODIK	12
2.1.	Zahnpasten	12
2.2.	Probanden	12
2.3.	Methodik	13
3.	ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG MIT STATISTISCHER AUSWERTUNG	22
3.1.	Vergleich von Gelée und Paste auf Basis des PI nach SILNESS-LÖE	23
3.2.	Vergleich von Gelée und Paste auf Basis des GI nach SILNESS-LÖE	28
3.3.	Vergleich von Gelée und Paste auf Basis des SBI nach MÜHLEMANN und SON	33
3.4.	Reaktionen und Meinungen der Probanden zu den verschiedenen Pasten	38
4.	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	39
5.	ZUSAMMENFASSUNG	41
6.	TABELLEN	42
7.	LITERATURVERZEICHNIS	60

1. EINLEITUNG

1.1. Plaque und Zahnreinigung

Die Plaque wird definiert als "fest haftender, histologisch strukturierter Belag von lebenden und abgestorbenen Mikroorganismen in einer polysaccharid- und glykoproteinreichen Matrix. Produkt mikrobieller Vermehrung und Stoffwechselaktivität." (Riethe et al., 1980)
Plaque entsteht auf der natürlichen Zahnoberfläche sowie auf vorhandenen konservierenden oder prothetischen Versorgungen. Dabei erweisen sich Unregelmäßigkeiten der Oberfläche wie Goldlunker, ausgebrochene Polymerkugeln, Diamantkratzer, Randspalten und auch Perikymatien sowie die Kariesprädilektionsstellen Zahnhalsbereich, Fissuren und Approximalbereich als Stellen bevorzugter Plaqueablagerung (Christ, 1984). Dies verdeutlicht auch die Forderung nach bestmöglichem Randschluß und optimaler Ausarbeitung des Randes bei allen Restaurationen. Auch ist jeweils auf die Verwendung eines geeigneten Materials zu achten. So konnten wachsende Plaqueretention und auch Gingivitis bei zunehmender Imperfektion der Randgestaltung aufgezeigt werden (Riethe, 1984).
Die Bedeutung der Plaque liegt in ihrer bzw. in der in ihr enthaltenen Mikroorganismen eigenen Stoffwechseltätigkeit. Die Anzahl der Plaquemikroorganismen liegt bei etwa 10^{12} Keimen pro Gramm Naßgewicht (Bössmann und Hoppe, 1967).
So kommt es zu Gingivitis und zu Parodontitiden infolge der initialen Schädigung durch mikrobielle Stoffwechselprodukte und Zellwandbestandteile. Die Kariesentstehung zeugt von ungenügender Neutralisation der bei dem energiebringenden Kohlenhydratabbau der Mikroorganismen entstehenden Säuren und von ungenügender Remineralisation der Zahnhartsubstanz durch den Speichel. Die Kohlenhydrate stammen direkt aus der Nahrung oder aus intrazellulär gespeicherten Polysacchariden.

Je dicker, d.h. je älter die Plaque ist, desto geringer ist die Möglichkeit der Neutralisation der Säure und der Remineralisation der bedeckten Zahnhartsubstanz durch den Speichel.
An diesen Vorgängen orientieren sich teilweise die Bestrebungen zur Prophylaxe der Plaquekrankheiten. Die bekannteste Maßnahme ist hier die Verabreichung von Fluoriden, um den Bakterienstoffwechsel zu bremsen und die Säureresistenz des Schmelzes durch Erreichen einer Fluorapatitbildung zu erhöhen.
Weniger aufwendig, aber äußerst wirkungsvoll als Grundmaßnahme zur Gesunderhaltung von Zähnen und Parodont ist die zu fördernde konstante Eliminierung der Plaque durch täglich mehrmaliges mechanisches Reinigen der Zähne mit der Zahnbürste.
Zur Verkürzung der Putzzeit bzw. zur Steigerung der Reinigungswirkung stehen verschiedenste unterschiedlich wirksame Zahnpasten zur Verfügung.

1.2. Möglichkeiten der Zahnreinigung

Im Zentrum der Mittel zur Erlangung optimaler Mundhygiene steht die Zahnbürste.
Sie ist zur Entfernung der festhaftenden Beläge unerläßlich und schon als alleiniges Instrument zu Zahnreinigung wirksam (Riethe, 1977).
Auf die Unterstützung von Putzkörpern in Form von Zahnpasten, Gelée-Pasten oder Granulaten sollte aufgrund der zusätzlichen Reinigungswirkung nicht verzichtet werden. Dies verkürzt die Putzzeit um ein Drittel auf dennoch erforderliche 4 bis 5 Minuten (Gülzow, Busse, 1970; Gülzow, 1972).
Für die unzugänglichen Interdentalräume sowie für Bereiche unter festsitzenden prothetischen Versorgungen stehen Zahnseide, Interdentalbürstchen, Superfloss und auch Zahnhölzchen zur Verfügung.
Zur Indikation einer bestimmten Zahnputzmethode mit der Handzahnbürste sind die jeweils vorliegende Gebißsituation sowie die motorischen Fähigkeiten des Einzelnen zu beachten (Frandsen et al., 1970).
Im wesentlichen werden folgende Methoden angegeben (Peters, 1978):

1.) Rot-Weiß-Methode
Die Zahnbürste wird - vestibulär bei Abbißstellung - an der Gingiva angesetzt und von dort über die Zahnflächen nach okklusal geführt. Dabei stehen die Borsten stets senkrecht auf der Unterlage.
Diese Methode eignet sich für jüngere Kinder mit gesunder Gingiva.

2.) Rotationsmethode
Es werden - vestibulär bei Abbißstellung - kleine kreisende Bewegungen über Gingiva und Zahnflächen durchgeführt. Die Borsten stehen stets senkrecht zur Unterlage.

Eine Methode für Kinder, Jugendliche und Erwachsene mit gesunder Gingiva.

3.) Roll-Methode
Die Borsten werden nach gingival geneigt auf der Gingiva angesetzt. Sodann wird die Bürste um die Achse des Bürstengriffes in Richtung der Zahnkrone abgedreht.
Die Methode ist anwendbar von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen mit gesunder Gingiva.

4.) Stillman-Technik
Die Borsten werden nach gingival geneigt auf der Gingiva angesetzt. Dann wird die Bürste unter Ausführung leichter mesio-distaler Rüttelbewegungen um die Achse des Bürstengriffes in Richtung der Zahnkrone abgedreht.
Zielgruppe sind hier Patienten mit Gingivarezessionen.

5.) Bass-Technik
Die Borsten werden nach gingival geneigt am sulcus gingivae angesetzt. Nach Durchführung leichter Rüttelbewegungen wird die Bürste um den Bürstengriff nach der Zahnkrone abgedreht.
Die Bass-Methode ist geeignet bei Taschenbildungen.

6.) Charter-Methode
Die Borsten werden nach okklusal geneigt an die Zahnflächen gesetzt, so daß dabei die Borstenseiten die Gingiva berühren. Es werden dann kreisende und rüttelnde Bewegungen ausgeführt.
Hierbei wird weniger eine Reinigung als vielmehr eine Stimulation der marginalen Gingiva bei Parodontitiden angestrebt (Renggli et al., 1984).

1.3. Zahnbürsten

Entsprechend dem speziellen Anwendungsgebiet der Zahnbürste müssen an deren Größe, Form, Material und Verarbeitung auch spezielle Anforderungen gestellt werden. Diese soll der Entwurf zur DIN 13917, Teil 1 vom August 1986 des Normenausschusses Dental im Deutschen Institut für Normung e.V. für manuell betätigte Zahnbürsten vorgeben.

Vorgenommen wird eine Einteilung der Zahnbürsten in Gruppen 1 bis 3 für Kinder (1), Jugendliche (2) und Erwachsene (3) mit jeweils zunehmender und in Grenzen gefaßter Größe des Bürstenkopfes sowie der Gesamtgröße.

Die Anwendung einer jeweils richtig dimensionierten Bürste im Sinn einer Kurzkopfbürste für die ausreichende Reinigung auch der schwieriger zugänglichen Zahnflächen erweist sich mit als entscheidend (Sauerwein, 1962; Barnarius et al., 1967; Gülzow und Opel, 1975).

Zusätzlich wird der Härtegrad der Besteckung - der Gesamtheit der Monofilen-Bündel - als weich (W), mittel (M) oder hart (H) angegeben.

Je nach Schnitt, Achsenneigung und Zwischenabständen der einzelnen Monofilen-Bündeln sind verschiedene Möglichkeiten der Gestaltung der Besteckung gegeben.

Der Bürstengriff kann gerade oder abgewinkelt sein.

Hierbei hat sich eine leichte Abbiegung bzw. eine kontrawinklige Gestaltung des Griffes zum Kopf als günstig erwiesen (Gülzow, 1972).

Insbesondere werden folgende Anforderungen an Zahnbürsten gestellt:

- Zahnbürsten dürfen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch keine toxischen Substanzen abgeben.
- Die Besteckung besteht aus synthetischen Monofilen und ist hygienisch einwandfrei und frei von unangenehmen Geruch und Geschmack.

Auf die Unzulänglichkeiten von Naturborsten aufgrund

UNIV. LIBRARY KIEL

von Quellung mit folgender Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften sowie aufgrund des Vorliegens eines Markkanales als Ort der bakteriellen Ablagerung und Vermehrung wurde mehrfach hingewiesen (Arnold, 1968; Wannenmacher, 1956).

- Griff und Kopf der Bürste sind aus stoß- und schlagfestem Werkstoff (z.B. Kunststoff) und frei von unangenehmem Geruch oder Geschmack.
- Die Befestigung der Monofilen-Bündeln geschieht mittels eines Werkstoffes, der nach Entfettung mit Benzin keine sichtbare Korrosion aufweist, wenn die Zahnbürste 48 Stunden lang bei 20 bis 25°C in einer NaCl-Lösung mit 10% Massenanteil teilweise eingebracht wurde.
- Die Enden der Monofilen müssen abgerundet sein.
  Diese Forderung besteht, da scharfe Borstenenden zu fortwährenden Gingivaläsionen führen können. Scharfe Borstenenden werden erst nach 3 Monaten täglichen Gebrauches abgerundet (Henkel, 1966). Diese theoretische Zeitspanne liegt über der sinnvollen Benützungsdauer einer Zahnbürste.

1.4. Zahnpasten

Nach dem hierfür zuständigen Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz vom 15.8.1974 sind Zahnpasten rein kosmetische Mittel, welche der Reinigung und Pflege der Mundhöhle des Menschen dienen.
Die American Dental Association Council on Dental Therapeutics (1969/1970) bezeichnet die Zahnpaste als Zubereitung, die in Verbindung mit der Zahnbürste zur Reinigung der zugänglichen Zahnoberflächen dient. Bei Berücksichtigung der Auswirkungen von Plaque als Verursacher der sogenannten Plaquekrankheiten (Riethe, 1974; Löe, 1971; Orland et al., 1954) kann der Zahnpaste als Mittel zur Plaqueentfernung somit ihre prophylaktische Wirkung nicht abgesprochen werden. Weiter ausdehnen kann man das Bedeutungsspektrum der Zahnpaste, wenn diese Fluoridverbindungen enthält. Der Nachweis, daß bei Anwendung einer fluoridhaltigen Paste der Karieszuwachs geringer ist als bei Anwendung einer fluoridfreien Paste, bedeutet einen relativen Rückgang der Plaquekrankheit Karies. Dies entspricht dem Wesen einer Therapie. Die Wirkung einer Paste wird also am treffendsten mit therapeutisch-prophylaktisch beschrieben (Riethe, 1976).

Zusammensetzung von Zahnpasten:

Von Paste spricht man bei Vorliegen eines Geles mit plastischer Verformbarkeit und hohem Anteil an puderförmigen Feststoffen und somit von hoher Konsistenz. Gele sind definiert als disperse Systeme fest/flüssig, wobei die innere Phase einen mehr oder weniger festen Zusammenhalt besitzt (List, 1985).
Zahnpasten sind hydrophile Pasten (Graf et al., 1982). Grundlage zur Herstellung sind Hydrogele mit Wasser als äußerer Phase. Diese sind dann Bindemittel der Zahnpasten zur Stabilisierung und Viskositätssteigerung.

Folgende Hydrogelbildner kommen im allgemeinen zur Anwendung:

- Organische Gelbildner (Voigt, 1984):

  a) Gummi arabicum
     Eine Mischung aus Calcium-, Magnesium- und Kaliumsalzen der Polyarabinsäure.
     Arabinsäurebausteine sind D-Galaktose, L-Rhamnose, L-Arabinose, D-Glucuronsäure.

  b) Tragant
     Eine Gummisubstanz aus der Rinde verschiedener Astralgusarten.
     20-40% Tragacantin (Fadenmolekül aus D-Xylose, L-Fructose, D-Galaktose, D-Galakturonsäure)
     50-60% Basserin repräsentiert den gelbildenden Anteil und besteht aus D-Galaktose und L-Arabinose
     10-20% H_2O, 3% Stärke, 4% Cellulose.

  c) Methylcellulosen
     sind Cellulosemethyläther.

  d) Carboxymethylallulose
     ist Natriumsalz eines wasserlöslichen Celluloseäthers.

  e) Alginate
     Kettenpolymere aus Mannuron- und Galakturonsäure.
     Die Alginsäure wird aus zu 40% daraus bestehenden Braunalgen gewonnen (Schleimsubstanz).
     Verwendet wird das lösliche Natriumalginat mit Calciumcitrat-Zusatz.

  f) Carrageen
     Bestandteil der Zellwände bei Rotalgen und Verbindung verschiedener Monosaccharide.

- Anorganische Gelbildner:

  a) Hochdisperses Siliziumdioxid (als Aerosil^{R}) besteht mindestens zu 99,8% aus SiO_2 (List, 1985)

  b) Bentonite (Fundort: Bei Fort Benton, USA) sind wasserhaltige Tonerdesilikate/Aluminiumsilikate mit Dreischichtaufbau. Wasser wird zwischen den Schichten unter Quellung eingelagert (z. B. Veegum^{R}) (List, 1985).

Bevorzugt werden Carboxymethylcellulosen und Methylcellulose, die schon in geringer Konzentration hochvisköse wässrige Gele bilden.

Für die Erhaltung des Geles zugesetzte Stoffe:

- Feuchthaltemittel

  Ca. 10 bis 25% Zusatz von Glycerin, Sorbit, 1,2-Propylenglycol, Polyäthylenglycol oder auch Kieselsäuregel bewirkt das geschmeidige Aussehen der Paste und verhindert das Eintrocknen (Riethe et al., 1980). Von Bedeutung in diesem Zusammenhang ist auch die dichte Verpackung beispielsweise in Tuben.

- Konservierungsstoffe

  Zur Verhütung einer mikrobiellen Zersetzung der Inhaltsstoffe und zur Keimabtötung. Verwendung finden vor allem p-Hydroxybenzöesäureester und Natriumbenzoat.

Spezifische Stoffe der Zahnpasten:

a) Putzkörper bzw. Abrasiv- oder Scheuerstoffe. Der im Gel suspendierte Putzkörpergehalt von 15 bis 55% bewirkt neben der Reinigung eine Politur der Zahnoberfläche. In der Praxis kommen Putzkörper in der wirksameren Form von Gemischen zur Anwendung. Die einzelnen Putzkörper sind:

- Calciumphosphate - darunter Dicalciumphosphat und als starkes Scheuermittel Calciumpyrophosphat.
- Calciumcarbonat. Nachteilig ist hierbei die teilweise Inaktivierung von Fluoridzusätzen unter Bildung von CaF_2.
- Magnesiumcarbonat als schwächeres Scheuermittel.
- Natriummetaphosphat. Geringe Abrasivität und Indifferenz gegenüber Fluoridverbindungen zeichnen diese Putzkörper aus.
- Siliziumverbindungen. Dehydratisiertes Silicagel als Xerogel-Silica oft verwendet in transparenten Gelée-Pasten.
- Kunststoffe. Hauptsächlich Polymethylmethacrylate mit geringer Reinigungskraft.
- Aluminiumverbindungen wie z.B. Aluminiumhydroxid.

b) Oberflächenaktive Stoffe (Tenside)
Zur Verstärkung der Putzkörperleistung durch ablösende Wirkung werden oberflächenaktive Stoffe zugesetzt. Dies sind hauptsächlich Natriumlaurylsulfat, Natriumlaurylsulfoacetat, Natriumlaurylsulforicinoleat, medizinische Seife u.a.

c) Aroma- und Geschmacksstoffe
Der Zusatz von 0,5 bis 1% Pfefferminzöl, Anisöl, Nelkenöl oder Eukalyptusöl und geringen Mengen von Menthol gibt der Zahnpaste eine erfrischende Wirkung, welche einen entscheidenden Anreiz zur Mundhygiene darstellt.

d) Wirkstoffe
Dazu gehören Fluoridverbindungen mit nachgewiesener kariesprophylaktischer bzw. kariostatischer Wirkung wie Na_2FPO_3 (Kinkel, Raich, 1972 und 1974). Der Zusatz von Harnstoff, Chlorophyll, antienzymatischen und antibakteriellen Stoffen, Desensibilisierungsmitteln und Anderem zeigt bislang keinen signifikanten klinischen Erfolg (Lange et al., 1975).

Die Konsistenz, Farbe, Opazität oder Transluzenz der jeweiligen Zahnpaste wird bestimmt durch die verschiedenen verwendeten Bestandteile und ihr Mischungsverhältnis.
So lassen sich beispielsweise mit Xerogel-Putzkörpern transparente Pasten besonders gut darstellen (Riethe et al., 1980). In dieser Form sind dies dann Gelée (-Zahnpasten). Eine Transluzenz wird ebenso durch einen hohen Sorbitgehalt erreicht.

1.5. Zahnpulver (Granulate)

Zahnpulver sind Mischungen aus üblichen Putzkörpern. Die Abrasivität beträgt jedoch das 4 bis 6-fache der von Pasten. In Verbindung mit falscher Putztechnik und häufiger Anwendung kann es zur Entstehung keilförmiger Defekte kommen (Riethe et al., 1980).

2. MATERIAL UND METHODIK

2.1. Zahnpasten

In Form eines Doppelblindversuches mit 33 Probanden wurde anhand von drei klinischen Indices die Wirksamkeit einer transparenten Gelée-Zahnpaste gegenüber einer herkömmlichen, opaken, unauffälligen Zahnpaste untersucht. Beide Pasten wurden in einheitlichen, neutralen Tuben ausgegeben.
Über Inhaltsstoffe der Pasten waren weder der Untersucher noch die Probanden informiert. Die Zusammensetzungen wurden erst bei Feststehen des statistischen Auswertungsergebnisses mitgeteilt:
Bei der opaken, weißen, herkömmlichen Paste handelte es sich um eine handelsübliche Paste mit Calciumcarbonat als Putzkörper, Sorbit als Feuchthaltemittel und medizinischer Seife als Tensid. Als Wirkstoffe waren Allantoin, Carbamidum, Azulen und Natriummonofluorphosphat enthalten. Das grün-transparente Gelée enthielt als Putzkörper feinteilige Kieselsäure, Natriumlaurylsulfat als Tensid. Wirkstoffe waren dieselben und in gleicher Konzentration wie in der opaken Paste. Zum Erzielen der Transparenz lag der Sorbitgehalt jedoch erheblich höher.

2.2. Probanden

Es wurden für die Studie 33 Probanden im Alter von 15 bis 29 Jahren ausgewählt. Darunter befanden sich 21 Studierende des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Tübingen, 9 Studierende anderer Studienbereiche und 3 Schüler. Bei der Auswahl der Probanden wurde auf Zuverlässigkeit und Vorhandensein einer regelmäßigen Mundhygiene geachtet. Ebenso wurden Parodontopathien ausgeschlossen.

2.3. Methodik

Untersuchungsablauf:

Die Studie in Form eines Doppelblindversuches erstreckte sich über 12 Wochen mit 3 Teilabschnitten von jeweils 4 Wochen Dauer. Im Verlauf der ersten 4 Wochen mußten die Probanden die opake, weiße Paste zum Zähneputzen benützen. Während den zweiten 4 Wochen sollten sie die ursprünglich gewohnten Reinigungsmittel wieder benützen. Die letzten 4 Wochen schlossen den Versuch mit der Anwendung des Gelées ab. Jeweils zu Beginn (Anfangsuntersuchung U_1), dann nach 2 Wochen (Zwischenuntersuchung U_2) und nach weiteren 2 Wochen (Schlußuntersuchung U_3) der beiden Testabschnitte für Paste und Gelée wurden der Plaqueindex nach SILNESS-LÖE, der Gingivaindex nach SILNESS-LÖE und der Sulcusblutungsindex nach MÜHLEMANN und SON bei jedem Probanden bestimmt. Die 4-wöchige Pause diente zur Wiederherstellung der Ausgangsverhältnisse der Mundhygiene für das Gelée wie für die Paste.
Bei den Anfangsuntersuchungen wurde den Probanden eine Tube der Paste bzw. des Gelées sowie zur Standardisierung eine Zahnbürste vom Typ "blend-a-myl paro 4" ausgehändigt. Die Anweisungen für die Probanden beschränkten sich auf den dringenden Appell, ihre bisherigen Zahnputzgewohnheiten in keiner Weise zu ändern und ausschließlich das ausgegebene Material zu verwenden. Die Untersuchungen wurden immer an der gleichen zahnärztlichen Einheit unter konstanten Bedingungen durchgeführt.

Darstellung der Indices:

a) Plaque-Index (PI) nach SILNESS-LÖE
(Silness und Löe, 1964)
Bewertet wird hierbei die Belagsakkumulation in der Umgebung der Gingiva unter besonderer Berücksichtigung der Belagsdicke.
Dazu wird der jeweiligen Belagsdicke getrennt für die mesialen, distalen, vestibulären und oralen Flächen jedes Zahnes ein entsprechender Grad als Punktwert von 0 bis 3 zugeordnet. Die Beurteilung wird am trockenen Zahn mittels Auge und Sonde durchgeführt.

Grad 0 : Keine Plaque ist sichtbar - auch ist mit der Sonde keine Plaque abstreifbar.

Grad 1 : Es befindet sich ein dünner Film von Plaque auf dem Gingivarand und der benachbarten Zahnfläche. Dieser ist nicht sichtbar, sondern nur durch Abstreichen mit der Sonde zu erkennen.

Grad 2 : Mäßige Plaque ist mit bloßem Auge entlang dem Gingivarand zu sehen.

Grad 3 : Dicke Beläge greifen vom Zahnfleischrand weit auf die Zahnkrone über.

Die Auswertung, d,h. die Bestimmung des Plaque-Index für einen Probanden für eine Untersuchung erfolgt über nachstehende Beziehung:

$$PI = \frac{\text{Punktwertesumme}}{\text{Anzahl der gewerteten Flächen}}$$

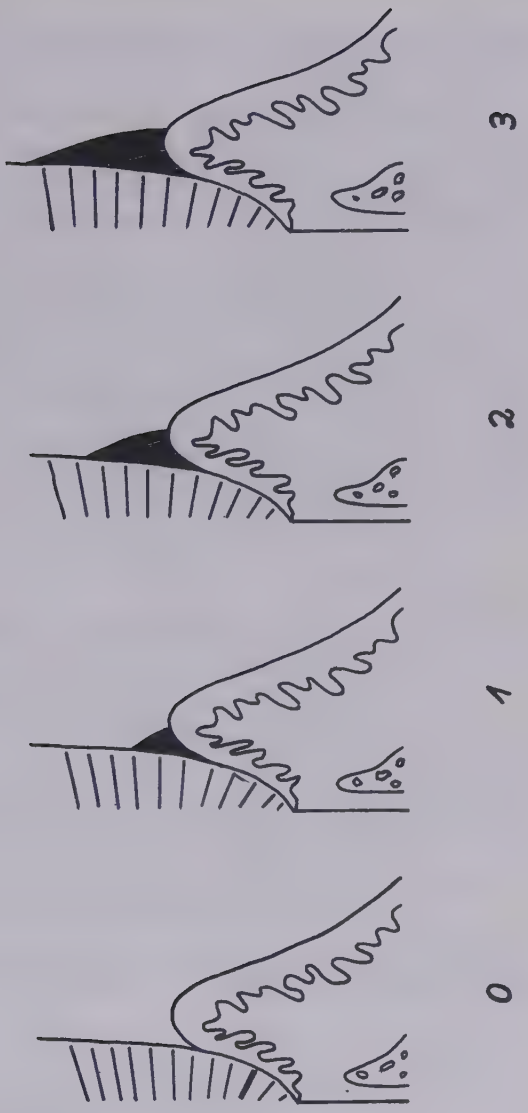


Abbildung 1 : Gradeinteilung des PI nach SILNESS-LÖE.

b) Gingiva-Index (GI) nach SILNESS-LÖE
(Löe, Silness, 1963)
Der Gingiva-Index dient zur Einteilung des Entzündungszustandes der Gingiva. Beurteilt werden jeweils der bukkale, mesiale und orale Gingivaabschnitt jeder Zahnkrone durch Zuordnung von Graden von 0 bis 3:

Grad 0 : Entzündungsfreie Gingiva von blaßrosa bis rosa Farbe mit im trockenen Zustand matter Oberfläche und erkennbarer Stippelung. Bei Palpation mit einem stumpfen Instrument erscheint die Gingiva fest.

Grad 1 : Hierbei liegt eine leichte Entzündung mit rötlicher bis blauroter Verfärbung sowie ödematöser Schwellung vor. Bei Palpation kann farbloses Exsudat aus dem Sulcus austreten.

Grad 2 : Bezeichnet schon mittlere Entzündungssymptome. Die Farbe der Gingiva ist deutlicher rot bis blaurot. Eine ödematöse Schwellung liegt vor. Bei Palpation wird eine Blutung ausgelöst.

Grad 3 : Grad 3 ist einer schweren Entzündung zugeordnet: Auffallende Rot- bis Blaufärbung, starke ödematöse Schwellung, teilweise Spontanblutungen und auch Ulcerationen.

Die Auswertung des Gingiva-Indexes für einen Probanden erfolgt über folgende Beziehung:

$$GI = \frac{\text{Punktwertesumme}}{\text{Anzahl der Bewertungsflächen}}$$

c) Sulcus-Blutungs-Index (SBI) nach MÜHLEMANN und SON (Mühlemann, Son, 1971)

Hier wird berücksichtigt, daß bei entstehender Gingivitis vor Auftreten von sichtbaren Entzündungszeichen die Blutungsneigung aus dem sulcus gingivae erhöht ist. Es ist also der SBI ein empfindlicherer Indikator als der GI nach SILNESS-LÖE.

Die Beurteilung erfolgt durch Festhalten von auftretenden Blutpunkten bei schonungsvoller Sondierung des gingivalen Sulcus mit einer stumpfen Parodontalsonde an je 6 definierten Stellen pro Zahn. Dabei wird die Sonde bei Erreichen eines leichten Widerstandes seitlich etwa 3 bis 4 mm hin und her bewegt. Zusätzlich wird beim SBI noch der sichtbare Entzündungszustand der Gingiva an diesen Stellen in die Bewertung mit einbezogen.

An jedem Zahn erhält man also 6 Beurteilungen in Graden mit Punktwerten von 0 bis 5:

Grad 0 : Gesund aussehende Papillen und marginale Einheiten. Auf schonungsvolle, stumpfe Sondierung des Sulcus erfolgt keine Blutung.

Grad 1 : Scheinbar gesunde papilläre und marginale Einheiten ohne Verfärbung oder Schwellung. Es treten jedoch bei schonungsvoller Sondierung des Sulcus nach 1 bis 15 Sekunden kleine Blutpunkte auf.

Grad 2 : Blutung nach Sondierung und entzündungsbedingte Farbveränderungen. Schwellung oder makroskopisches Ödem liegen nicht vor.

Grad 3 : Blutung nach der Sondierung und Farbveränderung sowie leicht ödematöse Schwellung.

Grad 4 : Blutung bei Sondierung und Farbveränderung und offensichtliche Schwellung

oder

Blutung bei Sondierung und offensichtliche Schwellung (keine Farbveränderung)

Grad 5 : Blutung bei Sondierung und Spontanblutung und Farbveränderung. Starke Schwellung mit oder ohne Ulceration.

Die Bestimmung des SBI nach MÜHLEMANN und SON erfolgte an den 6 von Ramfjord (Ramfjord, 1959) systematisch ausgewählten und für das Gebiß repräsentativen Zähnen 16, 21, 24, 44, 36.
Die Auswertung bzw. die Bestimmung des SBI des einzelnen Probanden erfolgte mit folgender Beziehung:

$$SBI = \frac{\text{Punktwertesumme}}{36}$$

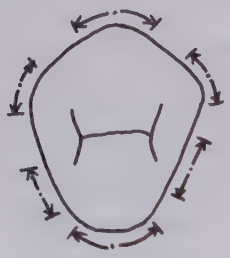


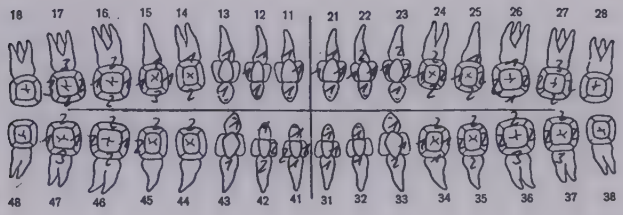
Abbildung 2 : Sondierungsstellen des SBI nach MÜHLEMANN und SON.

UNTERSUCHUNG NR. U. (Gelée)

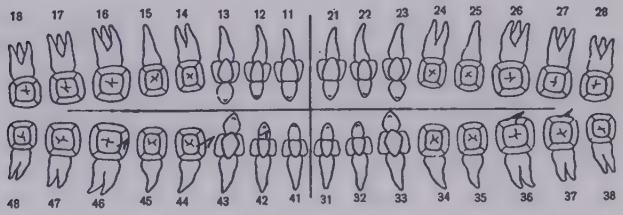
Datum: 17.1.85

Proband: Q, F. Nr. 27

I) Plaque-Index nach Silness und Löe: 1,330



II) Gingiva-Index nach Silness und Löe: 0,060



III) Sulcus-Blutungs-Index nach Mühlemann und Son: 0,111

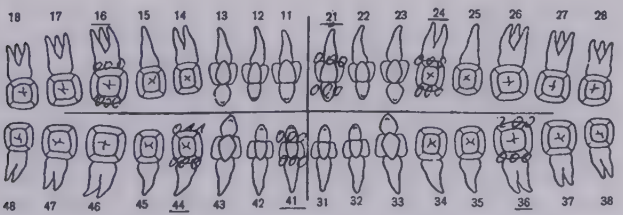


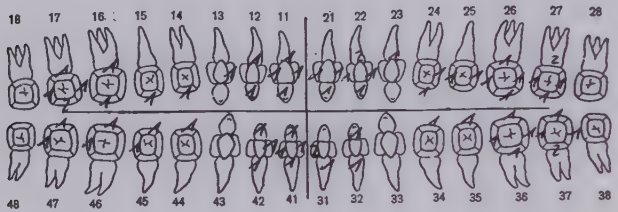
Tabelle 1 : Beispiel einer Anfangsuntersuchung.

UNTERSUCHUNG NR. U_2 (Gelée)

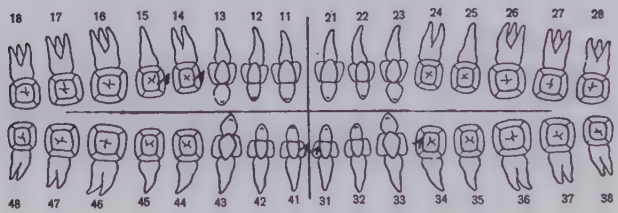
Datum: 31.1.85

Proband: O.F. Nr. 27

I) Plaque-Index nach Silness und Löe: 0,634



II) Gingiva-Index nach Silness und Löe: 0,060



III) Sulcus-Blutungs-Index nach Mühlemann und Son: 0,056

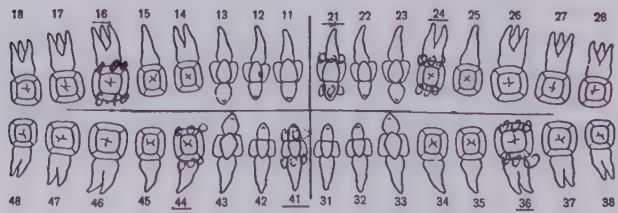


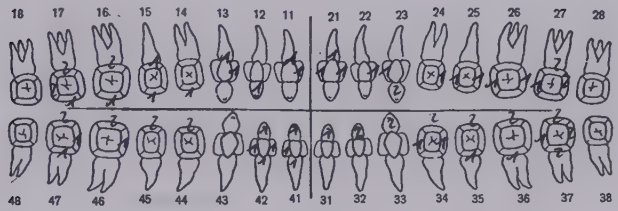
Tabelle 2 : Beispiel einer Zwischenuntersuchung.

UNTERSUCHUNG NR. U3 (Gelée)

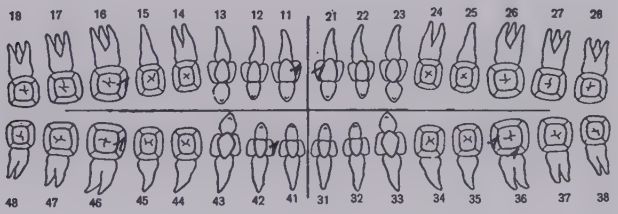
Datum: 12.2.85

Proband: O.,F. Nr. 27

I) Plaque-Index nach Silness und Löe: 0,652



II) Gingiva-Index nach Silness und Löe: 0,083



III) Sulcus-Blutungs-Index nach Mühlemann und Son: 0,056

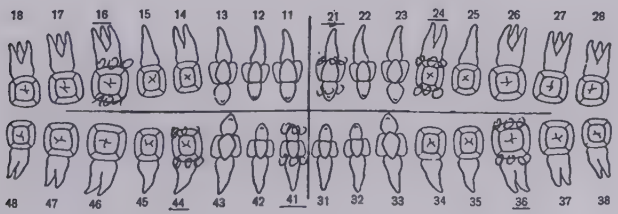


Tabelle 3 : Beispiel einer Schlußuntersuchung.

3. ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG MIT STATISTISCHER AUSWERTUNG

Für Anfangs- (U_1), Zwischen- (U_2) und Schlußuntersuchung (U_3) wurde jeweils bei opaker Paste (P) und Gelée (G) der arithmetische Mittelwert aller Probanden für jeden der drei Indices berechnet.
Zur Darstellung eines zu überprüfenden Wirkungsunterschiedes der beiden unterschiedlichen Pastenformen wurden jeweils für alle Indices die Mittelwerte der Veränderungen bzw. der Differenzen zwischen den einzelnen Untersuchungen gebildet.
Damit konnte dann unter Verwendung des t-Testes für unabhängige Stichproben ein etwa vorhandener Wirkungsunterschied nachgewiesen werden.

3.1. Vergleich von Gelée (G) und Paste (P) auf Basis des PI nach SILNESS-LÖE

Tabelle 4 : Mittelwerte (m) und Standardabweichungen (s) der Plaqueindices für die Untersuchungen U_1, U_2, U_3 von G und P.

	U_1	U_2	U_3
P, m	0,613	0,381	0,282
P, s	0,445	0,298	0,273
G, m	0,440	0,268	0,245
G, s	0,380	0,215	0,212

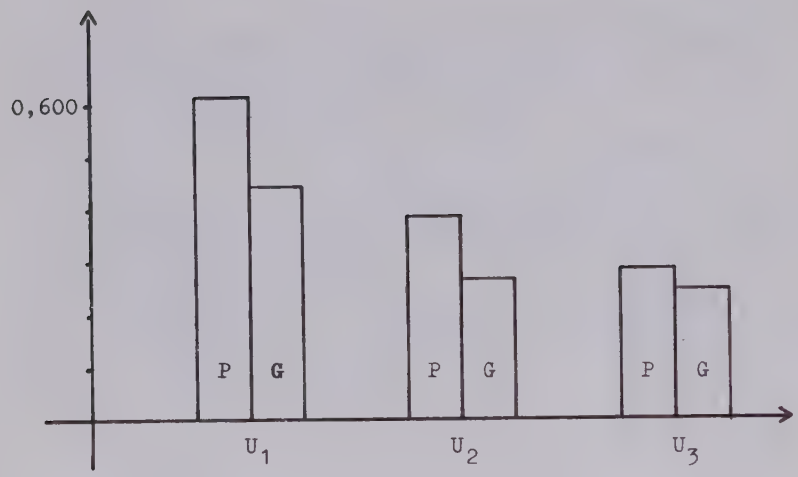


Abbildung 3 : Mittelwerte der Plaqueindizes (Ordinate) der Untersuchungen U_1, U_2, U_3 (Abszisse) für Paste (P) und Gelée (G).

Es zeigt sich hier eine Plaquereduktion besonders von U_1 nach U_2 für G und P.

Tabelle 5 : Mittelwerte (m) und Standardabweichungen (s) der Differenzen des PI zwischen den einzelnen Untersuchungen U_1, U_2, U_3 von P und G.

	$U_1 - U_2$	$U_1 - U_3$	$U_2 - U_3$
P, m	0,232	0,332	0,100
P, s	0,230	0,276	0,157
G, m	0,162	0,195	0,031
G, s	0,213	0,207	0,095

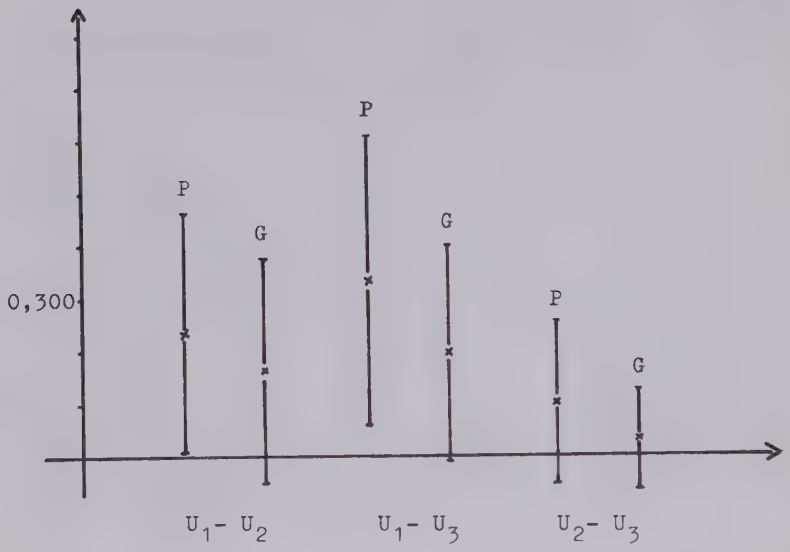


Abbildung 4 : Mittelwerte mit Standardabweichungen (Ordinate) der Differenzen zwischen den Untersuchungen U_1, U_2, U_3 (Abszisse) von Paste (P) und Gelée (G) für den PI. Differenzen als Verbesserungen sind positiv abgetragen.

Die Differenzen d.h. die Plaquereduzierungen liegen für P immer höher als für G.

Tabelle 6 : Ergebnisse des t-Testes für unabhängige Stichproben zum Vergleich der Wirkung von P gegenüber G unter jeweiliger Verwendung der Differenzen des PI zwischen U_1, U_2, U_3.

Differenzen	t-Werte	Wahrscheinlichkeit p
$U_1 - U_2$	1,264	0,211
$U_1 - U_3$	2,279	0,026
$U_2 - U_3$	2,105	0,039

Mit einem Signifikanzniveau von $p<0,05$ zeigen die Belagsreduktionen einen signifikanten Unterschied bei $U_1 - U_3$ und $U_2 - U_3$ zugunsten von P.

3.2. Vergleich von Gelée (G) und Paste (P) auf Basis des GI nach SILNESS-LÖE

Tabelle 7 : Mittelwerte (m) und Standardabweichungen (s) der Gingivaindices für die Untersuchungen U_1, U_2, U_3 von G und P.

	U_1	U_2	U_3
P, m	0,054	0,026	0,021
P, s	0,075	0,056	0,035
G, m	0,049	0,016	0,023
G, s	0,074	0,025	0,027

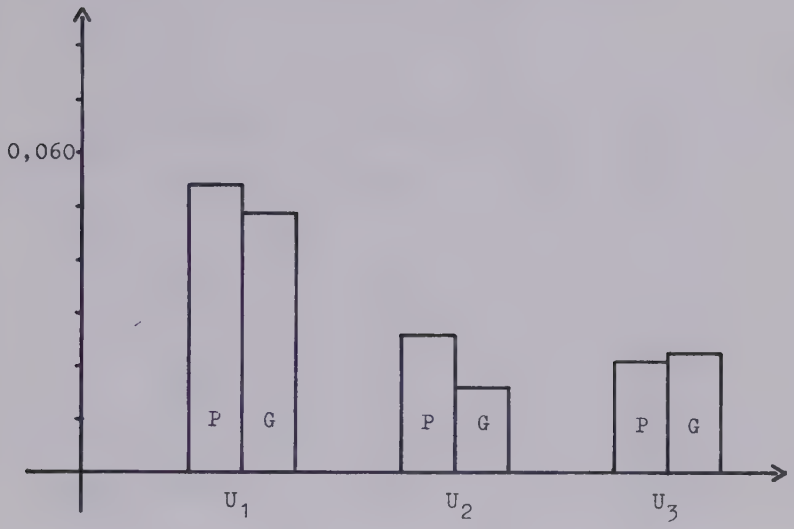


Abbildung 5 : Mittelwerte der Gingivaindizes (Ordinate) der Untersuchungen U_1, U_2, U_3 (Abszisse) für Paste (P) und Gelée (G).

Es zeigt sich eine Abnahme des GI - entsprechend einer Verbesserung des Gingivazustandes - für P während der Untersuchung. Jedoch ist für G eine leichte Verschlechterung von U_2 nach U_3 aufgetreten.

Tabelle 8 : Mittelwerte (m) und Standardabweichungen (s) der Differenzen des GI zwischen den einzelnen Untersuchungen U_1, U_2, U_3 von P und G.

	$U_1 - U_2$	$U_1 - U_3$	$U_2 - U_3$
P, m	0,028	0,034	0,006
P, s	0,040	0,050	0,036
G, m	0,032	0,026	-0,005
G, s	0,058	0,058	0,016

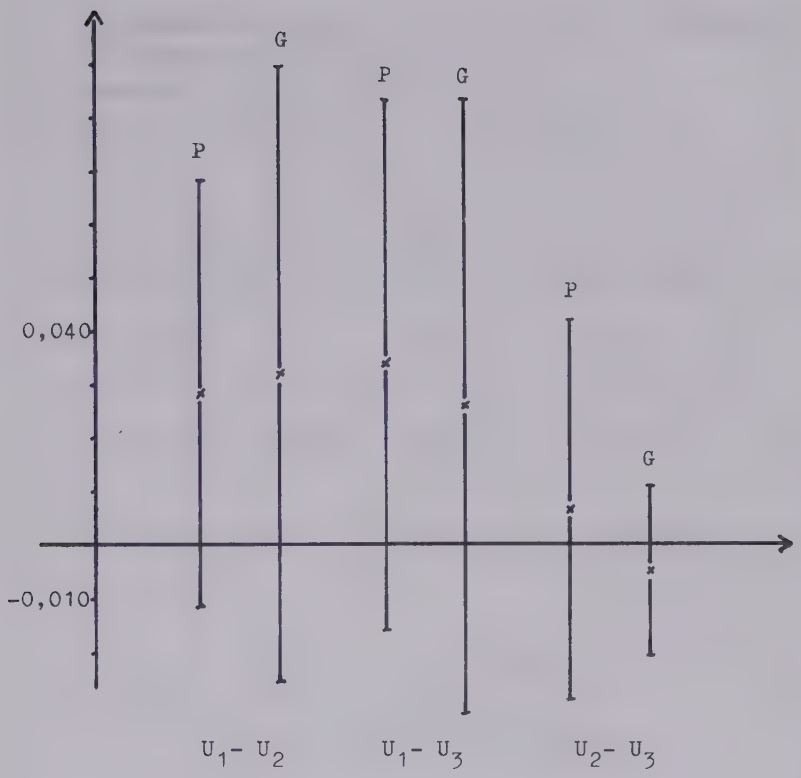


Abbildung 6 : Mittelwerte mit Standardabweichungen (Ordinate) der Differenzen zwischen den Untersuchungen U_1, U_2, U_3 (Abszisse) von Paste (P) und Gelée (G) für den GI. Differenzen als Verbesserung sind positiv abgetragen.

Es liegt hier eine Verschlechterung des Gingivazustandes für G von U_2 nach U_3 vor.

Tabelle 9 : Ergebnisse des t-Testes für unabhängige Stichproben zum Vergleich der Wirkung von P gegenüber G unter jeweiliger Verwendung der Differenzen des GI zwischen U_1, U_2, U_3.

Differenzen	t-Werte	Wahrscheinlichkeit p
$U_1 - U_2$	-0,323	0,748
$U_1 - U_3$	0,566	0,574
$U_2 - U_3$	1,547	0,127

Bei einem Signifikanzniveau von $p<0,05$ läßt sich kein Wirkungsunterschied zwischen P und G feststellen.

3.3. Vergleich von Gelée (G) und Paste (P) auf Basis des SBI nach MÜHLEMANN und SON

Tabelle 10 : Mittelwerte (m) und Standardabweichungen (s) der Sulcusblutungsindices für die Untersuchungen U_1, U_2, U_3 von G und P.

	U_1	U_2	U_3
P, m	0,166	0,058	0,042
P, s	0,157	0,075	0,053
G, m	0,110	0,029	0,038
G, s	0,124	0,124	0,060

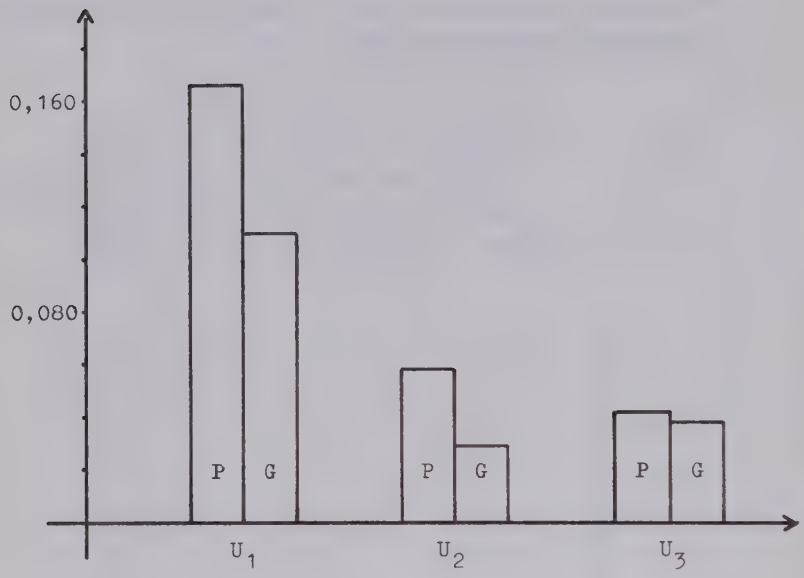


Abbildung 7 : Mittelwerte der Sulcusblutungsindizes (Ordinate) der Untersuchungen U_1, U_2, U_3 (Abszisse) für Paste (P) und Gelée (G).

Aus dem Schaubild kann man von U_1 nach U_2 für P und für G eine starke Abnahme des SBI ablesen. Das gleichmäßige Niveau bei U_3 deutet auf einen Wirkungsvorsprung für P hin.

Tabelle 11 : Mittelwerte (m) und Standardabweichungen (s) der Differenzen des SBI zwischen den einzelnen Untersuchungen U_1, U_2, U_3 von P und G.

	$U_1 - U_2$	$U_1 - U_3$	$U_2 - U_3$
P, m	0,108	0,124	0,016
P, s	0,135	0,134	0,134
G, m	0,072	0,073	-0,005
G, s	0,109	0,095	0,053

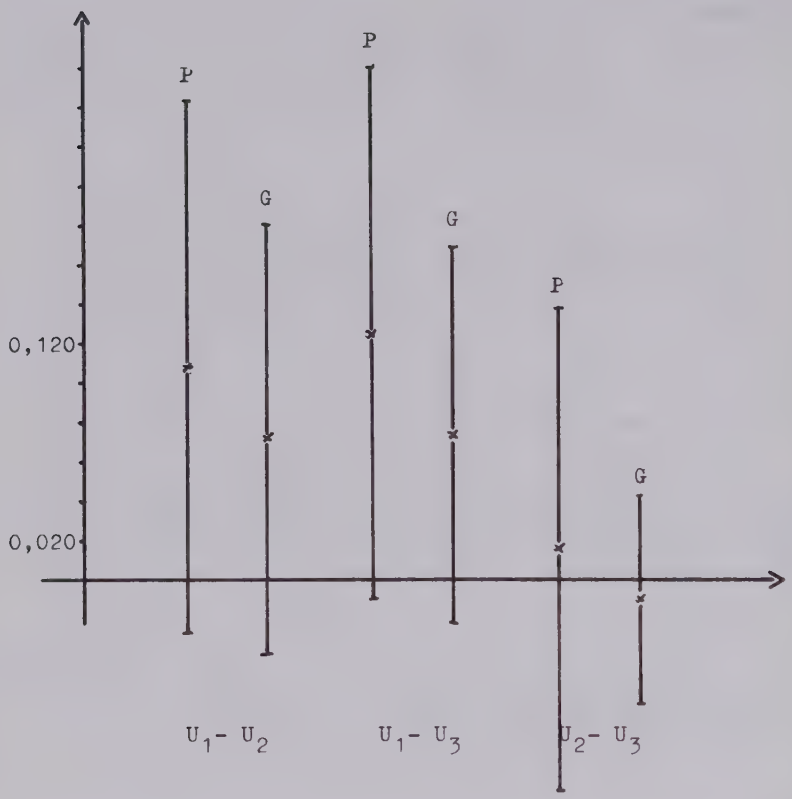


Abbildung 8 : Mittelwerte mit Standardabweichungen (Ordinate) der Differenzen zwischen den Untersuchungen U_1, U_2, U_3 (Abszisse) von Paste (P) und Gelée (G) für den SBI. Differenzen als Verbesserungen sind positiv abgetragen.

Die Differenzen d.h. die Berbesserungen des Gingivazustandes sind für P günstiger als für G. Von U_2 nach U_3 liegt für G eine Verschlechterung vor.

Tabelle 12 : Ergebnisse des t-Testes für unabhängige Stichproben zum Vergleich der Wirkung von P gegenüber G unter jeweiliger Verwendung der Differenzen des SBI zwischen U_1, U_2, U_3.

Differenzen	t-Werte	Wahrscheinlichkeit p
$U_1 - U_2$	1,174	0,245
$U_1 - U_3$	1,784	0,079
$U_2 - U_3$	1,640	0,106

Bei einem Signifikanzniveau von $p<0,05$ und einem Auffälligkeitsniveau von $p<0,1$ kann zugunsten von P ein auffälliger statistischer Wirkungsunterschied von U_1 nach U_3 festgestellt werden.

3.4. Reaktionen und Meinungen der Probanden zu den verschiedenen Pasten

Die herkömmliche, opake Paste wurde von den Probanden als gewohntes Zahnreinigungsmittel ohne besondere Bewertung angenommen.
Dagegen waren die Reaktionen in Bezug auf das grün-transparente Gelée unterschiedlich. Für die meisten Probanden war diese Form der Zahnpaste neu. Die Transparenz wurde zum großen Teil als angenehm bezeichnet, wohingegen die Grünfärbung je nach persönlichem Empfinden kommentiert wurde. Im Laufe der letzten 4 Wochen der Untersuchung wurde eine stärkere Schaumbildung des Gelées festgestellt. Auch schien die Konsistenz des Gelées "sandiger".

4. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Bei allen drei Indices - PI, GI, SBI - trat nach zwei Wochen Versuchsdauer sowohl für Paste (P) als auch für Gelée (G) eine Verbesserung ein, welche dann bis auf kleinere Abweichungen bis zur vierten Woche konstant blieb. Dies muß auf eine durch die Teilnahme der Probanden an der Untersuchung verursachte - wenn auch nicht beabsichtigte - Optimierung der Mundhygiene oder bzw. und auf die möglicherweise hohe Qualität der verwendeten Produkte zurückzuführen sein.
Bezüglich des Plaqueindex nach SILNESS-LÖE konnte ein signifikanter Unterschied zwischen Paste (P) und Gelée (G) bei Beurteilung der Verbesserung sowohl zwischen der ersten und der zweiten als auch zwischen der zweiten und der dritten Untersuchung festgestellt werden. Das dabei bessere Abschneiden der Paste könnte eine Auswirkung der unterschiedlichen Putzkörper sein oder auch von einem eventuell besseren Putzgefühl, welches die Zahnputzgewohnheiten beeinflußt, hervorgerufen werden. Auch ist dabei die stärkere Schaumbildung des Gelées zu beachten. Die Auswertung des Gingivaindexes nach SILNESS-LÖE konnte keine Unterschiede zwischen Paste und Gelée aufzeigen. Beim Sulcusblutungsindex nach MÜHLEMANN und SON wurde eine beim allgemein guten Gesundheitszustand der Gingiva bei sämtlichen Probanden nicht überzubewertende statistisch auffällige Veränderung zugunsten der Paste bei Betrachtung der gesamten Versuchsdauer von 4 Wochen nachgewiesen.
Diese Ergebnisse sprechen der Gelée-Verwendung gegenüber der Verwendung gewohnter Pasten keine klinischen Vorteile zu - eher ist das Gegenteil der Fall.
Ob das Durchschnittsalter der Probanden von ca. 25 Jahren gegenüber dem geringeren Alter der von der Gelée-Werbung angesprochenen Gruppe einen Zusammenhang mit der

Beeinflussung der Effektivität des Putzens hat, kann hier nicht beurteilt werden.
Untersuchungen mit Schülern im durchschnittlichen Alter von 12,5 Jahren in den USA ergaben jedoch bei der Anwendung eines Gelées gegenüber einer herkömmlichen Paste keine Verlängerung der Putzzeit und auch keine Verbesserung bezüglich der Belagsentfernung (Kleber et al., 1981 und 1982).

5. ZUSAMMENFASSUNG

Eine handelsübliche, weiße, opake Zahnpaste wurde in einem klinischen Test mit einer transparenten, grünen Gelée-Paste unter Heranziehung des Plaque-Indexes nach SILNESS-LÖE, des Gingiva-Indexes nach SILNESS-LÖE und des Sulcus-Blutungs-Indexes nach MÜHLEMANN und SON bezüglich ihrer plaquereduzierenden und gingivatherapeutischen Wirkung verglichen.
Die opake Paste enthielt Calciumcarbonat als Putzkörper, das Gelée feinteilige Kieselsäure. Wirkstoffe waren in gleichen Konzentrationen vorhanden. Das Gelée enthielt mehr Feuchthaltemittel (Sorbit). Die statistische Auswertung wurde mit dem t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Generell zeigten beide Pasten eine Verbesserung in allen untersuchten Punkten verglichen mit dem Zustand zu Untersuchungsbeginn. Es zeigte sich jedoch für den Plaque-Index nach SILNESS-LÖE ein signifikanter Vorsprung der Paste gegenüber dem Gelée.
Der Grund hierfür kann bei der Zusammensetzung der Putzkörper und bei der anderen Darreichungsform liegen.
Ein statistisch auffällig besseres Ergebnis ergibt die Veränderung des SBI nach MÜHLEMANN und SON für die opake Paste, wobei hier bei den vorliegenden sehr geringen Index-Werten schon zufällige Irritationen der Gingiva das Ergebnis Beeinflussen können. Der Gingiva-Index nach SILNESS-LÖE ergab keine statistisch erkennbare Unterschiede. Der Verwendung eines Gelées kann also kein Vorteil gegenüber einer herkömmlichen Paste zugesprochen werden.

6. TABELLEN

Folgend sind alle Probanden mit den für die jeweiligen Untersuchungen und Untersuchungspunkte ermittelten Werte in Tabellen aufgeführt.

ANFANGSUNTERSUCHUNG

Plaque-Index nach SILNESS-LÖE

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
1	E., F.	0,125	0,089
2	K., U.	0,554	0,491
3	V., J.	0,420	0,402
4	D., S.	0,759	0,661
5	W., S.	0,991	0,696
6	S., M.	0,554	0,259
7	L., V.	0,188	0,161
8	B., W.	1,700	1,250
9	S., J.	0,545	0,402
10	H., T.	0,333	0,333
11	W., M.	0,130	0,287
12	W., P.	0,183	0,346
13	W., M.	0,221	0,048
14	K., T.	0,817	0,462
15	H., U.	0,048	0,010
16	K., T.	0,250	0,279
17	S., A.	0,009	0,009

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
18	D., A.	0,554	0,455
19	K., B.	0,643	0,223
20	H., F.	0,815	0,556
21	B., M.	0,679	0,473
22	E., B.	1,317	0,741
23	K., S.	0,655	0,577
24	G., J.	0,896	0,427
25	S., G.	0,330	0,125
26	L., R.	0,330	0,286
27	O., F.	1,366	1,330
28	B., T.	0,491	0,205
29	M., L.	0,446	0,143
30	B., P.	0,426	0,343
31	S., H.	1,830	1,759
32	M., E.	0,898	0,417
33	L., A.	0,741	0,277

ANFANGSUNTERSUCHUNG

Gingiva-Index nach SILNESS-LÖE

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
1	E., F.	0,000	0,000
2	K., U.	0,071	0,036
3	V., J.	0,012	0,024
4	D., S.	0,036	0,000
5	W., S.	0,024	0,190
6	S., M.	0,202	0,024
7	L., V.	0,000	0,000
8	B., W.	0,040	0,000
9	S., J.	0,048	0,000
10	H., T.	0,000	0,028
11	W., M.	0,000	0,062
12	W., P.	0,000	0,000
13	W., M.	0,000	0,090
14	K., T.	0,000	0,038
15	H., U.	0,000	0,000
16	K., T.	0,000	0,026
17	S., A.	0,000	0,012

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
18	D., A.	0,048	0,036
19	K., B.	0,036	0,024
20	H., F.	0,099	0,123
21	B., M.	0,083	0,054
22	E., B.	0,051	0,083
23	K., S.	0,013	0,026
24	G., J.	0,042	0,069
25	S., G.	0,071	0,036
26	L., R.	0,000	0,000
27	O., F.	0,238	0,060
28	B., T.	0,143	0,012
29	M., L.	0,083	0,024
30	B., P.	0,000	0,000
31	S., H.	0,321	0,369
32	M., E.	0,086	0,160
33	L., A.	0,048	0,024

ANFANGSUNTERSUCHUNG

Sulcus-Blutungs-Index nach MÜHLEMANN und SON

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
1	E., F.	0,056	0,000
2	K., U.	0,167	0,222
3	V., J.	0,028	0,056
4	D., S.	0,333	0,194
5	W., S.	0,167	0,028
6	S., M.	0,278	0,139
7	L., V.	0,000	0,000
8	B., W.	0,361	0,083
9	S., J.	0,083	0,111
10	H., T.	0,111	0,056
11	W., M.	0,028	0,111
12	W., P.	0,111	0,028
13	W., M.	0,028	0,361
14	K., T.	0,083	0,194
15	H., U.	0,028	0,028
16	K., T.	0,028	0,000
17	S., A.	0,028	0,000

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
18	D., A.	0,056	0,111
19	K., B.	0,556	0,028
20	H., F.	0,250	0,361
21	B., M.	0,361	0,222
22	E., B.	0,250	0,306
23	K., S.	0,000	0,083
24	G., J.	0,278	0,056
25	S., G.	0,028	0,000
26	L., R.	0,028	0,000
27	O., F.	0,306	0,111
28	B., T.	0,250	0,056
29	M., L.	0,083	0,028
30	B., P.	0,000	0,028
31	S., H.	0,556	0,500
32	M., E.	0,278	0,111
33	L., A.	0,278	0,028

ZWISCHENUNTERSUCHUNG

Plaque-Index nach SILNESS-LÖE

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
1	E., F.	0,188	0,125
2	K., U.	0,509	0,473
3	V., J.	0,420	0,223
4	D., S.	0,634	0,545
5	W., S.	0,545	0,518
6	S., M.	0,339	0,214
7	L., V.	0,152	0,045
8	B., W.	0,150	0,720
9	S., J.	0,170	0,170
10	H., T.	0,490	0,281
11	W., M.	0,130	0,111
12	W., P.	0,192	0,080
13	W., M.	0,413	0,077
14	K., T.	0,452	0,462
15	H., U.	0,058	0,038
16	K., T.	0,173	0,077
17	S., A.	0,018	0,027

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
18	D., A.	0,259	0,179
19	K., B.	0,250	0,321
20	H., F.	0,463	0,417
21	B., M.	0,554	-
22	E., B.	0,644	-
23	K., S.	0,346	0,269
24	G., J.	0,458	0,313
25	S., G.	0,152	0,089
26	L., R.	0,116	0,116
27	O., F.	0,634	0,634
28	B., T.	0,277	0,161
29	M., L.	0,080	0,107
30	B., P.	0,102	0,241
31	S., H.	1,393	0,857
32	M., E.	0,593	0,278
33	L., A.	0,232	0,125

ZWISCHENUNTERSUCHUNG

Gingiva-Index nach SILNESS-LÖE

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
1	E., F.	0,000	0,000
2	K., U.	0,036	0,024
3	V., J.	0,000	0,000
4	D., S.	0,024	0,000
5	W., S.	0,024	0,024
6	S., M.	0,155	0,036
7	L., V.	0,012	0,000
8	B., W.	0,000	0,027
9	S., J.	0,012	0,000
10	H., T.	0,000	0,014
11	W., M.	0,000	0,000
12	W., P.	0,000	0,000
13	W., M.	0,000	0,013
14	K., T.	0,013	0,000
15	H., U.	0,000	0,000
16	K., T.	0,000	0,000
17	S., A.	0,000	0,000

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
18	D., A.	0,000	0,024
19	K., B.	0,000	0,000
20	H., F.	0,049	0,049
21	B., M.	0,000	-
22	E., B.	0,039	-
23	K., S.	0,000	0,000
24	G., J.	0,014	0,000
25	S., G.	0,000	0,024
26	L., R.	0,000	0,000
27	O., F.	0,083	0,060
28	B., T.	0,000	0,024
29	M., L.	0,036	0,000
30	B., P.	0,012	0,000
31	S., H.	0,286	0,119
32	M., E.	0,037	0,037
33	L., A.	0,036	0,024

ZWISCHENUNTERSUCHUNG

Sulcus-Blutungs-Index nach MÜHLEMANN und SON

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
1	E., F.	0,028	0,000
2	K., U.	0,167	0,028
3	V., J.	0,139	0,056
4	D., S.	0,083	0,000
5	W., S.	0,056	0,139
6	S., M.	0,167	0,056
7	L., V.	0,000	0,000
8	B., W.	0,083	0,083
9	S., J.	0,000	0,000
10	H., T.	0,028	0,000
11	W., M.	0,028	0,000
12	W., P.	0,056	0,000
13	W., M.	0,028	0,028
14	K., T.	0,056	0,000
15	H., U.	0,000	0,028
16	K., T.	0,000	0,000
17	S., A.	0,000	0,000

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
18	D., A.	0,000	0,056
19	K., B.	0,000	0,028
20	H., F.	0,056	0,083
21	B., M.	0,111	-
22	E., B.	0,028	-
23	K., S.	0,056	0,000
24	G., J.	0,028	0,000
25	S., G.	0,000	0,000
26	L., R.	0,000	0,056
27	O., F.	0,056	0,056
28	B., T.	0,167	0,000
29	M., L.	0,056	0,056
30	B., P.	0,028	0,000
31	S., H.	0,361	0,139
32	M., E.	0,000	0,000
33	L., A.	0,056	0,000

SCHLUSSUNTERSUCHUNG

Plaque-Index nach SILNESS-LÖE

Nr	Pronand	Opake Paste P	Gelée G
1	E., F.	0,125	0,071
2	K., U.	0,420	0,357
3	V., J.	0,446	0,107
4	D., S.	0,223	0,205
5	W., S.	0,670	0,563
6	S., M.	0,429	0,188
7	L., V.	0,054	0,063
8	B., W.	0,650	0,900
9	S., J.	0,214	0,125
10	H., T.	0,135	0,250
11	W., M.	0,157	0,074
12	W., P.	0,144	0,087
13	W., M.	0,106	0,029
14	K., T.	0,087	0,375
15	H., U.	0,067	0,038
16	K., T.	0,077	0,106
17	S., A.	0,000	0,036

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
18	D., A.	0,339	0,277
19	K., B.	0,179	0,143
20	H., F.	0,120	0,273
21	B., M.	0,500	0,268
22	E., B.	0,433	0,490
23	K., S.	0,279	0,231
24	G., J.	0,385	0,240
25	S., G.	0,143	0,089
26	L., R.	0,080	0,205
27	O., F.	0,643	0,652
28	B., T.	0,063	0,205
29	M., L.	0,134	0,098
30	B., P.	0,083	0,130
31	S., H.	1,375	0,759
32	M., E.	0,398	0,269
33	L., A.	0,134	0,188

SCHLUSSUNTERSUCHUNG

Gingiva-Index nach SILNESS-LÖE

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
1	E., F.	0,000	0,012
2	K., U.	0,024	0,036
3	V., J.	0,012	0,012
4	D., S.	0,036	0,012
5	W., S.	0,000	0,048
6	S., M.	0,024	0,024
7	L., V.	0,000	0,000
8	B., W.	0,000	0,013
9	S., J.	0,000	0,012
10	H., T.	0,028	0,028
11	W., M.	0,000	0,000
12	W., P.	0,000	0,000
13	W., M.	0,013	0,000
14	K., T.	0,013	0,038
15	H., U.	0,000	0,000
16	K., T.	0,000	0,000
17	S., A.	0,000	0,000

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
18	D., A	0,036	0,036
19	K., B.	0,000	0,036
20	H., F.	0,086	0,049
21	B., M.	0,036	0,048
22	E., B.	0,026	0,051
23	K., S.	0,000	0,026
24	G., J.	0,000	0,021
25	S., G.	0,000	0,024
26	L., R.	0,000	0,012
27	O., F.	0,107	0,083
28	B., T.	0,024	0,000
29	M., L.	0,036	0,012
30	B., P.	0,000	0,000
31	S., H.	0,155	0,119
32	M., E.	0,025	0,012
33	L., A.	0,000	0,000

SCHLUSSUNTERSUCHUNG

Sulcus-Blutungs-Index nach MÜHLEMANN und SON

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
1	E., F.	0,000	0,000
2	K., U.	0,056	0,000
3	V., J.	0,028	0,000
4	D., S.	0,056	0,000
5	W., S.	0,028	0,028
6	S., M.	0,083	0,056
7	L., V.	0,000	0,000
8	B., W.	0,083	0,000
9	S., J.	0,028	0,000
10	H., T.	0,056	0,083
11	W., M.	0,028	0,056
12	W., P.	0,028	0,000
13	W., M.	0,028	0,000
14	K., T.	0,028	0,056
15	H., U.	0,000	0,000
16	K., T.	0,000	0,000
17	S., A.	0,000	0,000

Nr	Proband	Opake Paste P	Gelée G
18	D., A.	0,028	0,083
19	K., B.	0,000	0,028
20	H., F.	0,139	0,111
21	B., M.	0,083	0,056
22	E., B.	0,083	0,139
23	K., S.	0,028	0,139
24	G., J.	0,028	0,048
25	S., G.	0,028	0,000
26	L., R.	0,000	0,000
27	O., F.	0,000	0,056
28	B., T.	0,000	0,000
29	M., L.	0,056	0,028
30	B., P.	0,028	0,000
31	S., H.	0,278	0,278
32	M., E.	0,028	0,000
33	L., A.	0,056	0,000

7. LITERATURVERZEICHNIS

Arnold, M. (1968)
Ein Beitrag und Hinweise zu Fragen der konstruktiven Zweckmäßigkeit, Lebensdauer und des sinnvollen Gebrauches der Zahnbürste.
Dtsch. Stomat. 18, 442

Barnarius, R., Mieler, I., Singert, M. (1967)
Untersuchungen über den Reinigungseffekt von Zahnbürsten und Zahnpasten.
Dtsch. Stomat. 17, 598

Bössmann, K. und Hoppe, W.F. (1967)
Über die Art und Menge der Bakterien in verschiedenen Lagen der Schmelzdeckschicht menschlicher Zähne.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 22, 409

Christ, A. (1984)
Plaquestudien im Rasterelektronenmikroskop.
Oralprophylaxe 6, 35-41, 79-86, 153-159, 183-191

Frandsen, A.D., Barbano, J.P., Suomi, J.D., Chang, J.J. and Burke, A.D. (1970)
The effectiveness of the Charters' scrub and roll methods of toothbrushing by professionals in removing plaque.
Scand. J. Dent. Res. 78, 459-463

Gülzow, H.J. (1972)
Die Mundhygiene mit der Zahnbürste.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 27, 254-260

Gülzow, H.J. und Busse, G. (1970)
Klinisch-experimentelle Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener Zahnputzmethoden und Zahnputzmittel.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 25, 1126-1134

Gülzow, H.J. und Opel, H.H. (1975)
Vergleichende Untersuchungen über den Reinigungseffekt von Kurzkopfzahnbürsten mit unterschiedlichen Borstenfeldern.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 30, 576

Graf, E., Hamacher, H., Beyer, C. (1982)
Propädeutische Arzneiformenlehre
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart

Henkel, G. (1966)
Betrachtungen über die hand- und motorbetriebenen Zahnbürsten.
Dtsch. Stomat. 16, 120

Kinkel, H.J., Raich, R. (1972)
Die Karieshemmung einer Na_2FPO_3-Zahnpasta nach 3 Jahren Applikation.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 82, 1240

Kinkel, H.J., Raich, R. (1974)
Die Karieshemmung einer Na_2FPO_3-Zahnpasta nach 4 Jahren Applikation.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 84, 226

Kleber, C.J., Putt, M.S., Muhler, J.C. (1981)
Duration and pattern of toothbrushing in children using a gel or paste-dentifrice.
J. Am. Dent. Ass. 103, 723-726

Kleber, C.J., Putt, M.S., Muhler, J.C. (1982)
Dental plaque scores of children brushing with a gel or paste-dentifrice.
J. Dent. Child. 49, 288-293

Lange, D.E., Lübbert, H. und Alai Omid, W. (1975)
Über die Beeinflussung der gingivalen Entzündung durch Wirkstoffzusätze in Zahnpasten.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 30, 382

List, P.H.
Arzneiformenlehre
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart

Löe, H., Silness, J. (1963)
Periodontal disease in pregnancy
I prevalence and severity
Acta Odontol. Scand. 21, 533

Löe, H. (1971)
The control of dental plaque by chemical agents.
Int. Dent. J. 21, 41

Mühlemann, H.R., Son, S. (1971)
Gingival sulcus bleeding - a leading symptom in initial gingivitis.
Helv. Odont. Acta 15, 107

Orland, F.J., Blayney, J.R., Harrison, R.W., Reyniers, J.T., Trexler, P.C., Wagner, M., Gordon, H.A., Luckey, T.D. (1954)
Use of the germfree animal technic in the study of experimental dental caries.
I Basic observations on rats reared free of all microorganisms.
J. Dent. Res. 33, 147-174

Peters, S. (1978)
Prophylaxe - Ein Leitfaden für die zahnärztliche Praxis
Buch- und Zeitschriften-Verlag "Die Quintessenz"

Ramfjord, S.P. (1959)
Indices for prevalence and Indices of periodontal disease.
J. Periodont. 30, 51

Renggli, H.H., Mühlemann, H.R., Rateitschak, K.H. (1984)
Parodontologie
Georg Thieme Verlag Stuttgart

Riethe, P. (1974)
Die Quintessenz der Mundhygiene
1. Auflage Berlin Quintessenz Verlag

Riethe, P. (1976)
Zahnpasten - kosmetische, prophylaktische oder therapeutisch-prophylaktische Mittel?
Zahnärztl. Mitt, 66, 1083-1086

Riethe, P. (1976)
Zahnpasten - kosmetische, prophylaktische oder therapeutisch-prophylaktische Mittel?
Zahnärztl. Mitt. 66, 1139-1142

Riethe, P. (1977)
Klinisch-experimentelle Untersuchungen über den Putzeffekt einer V- und Multi-tuft-Bürste mit H_2O.
Zahnärztl. Mitt. 67, 723-728

Riethe, P. (1984)
Welche Füllungsmaterialien sind im gingivalen Bereich vertretbar?
Dtsch. Zahnärztl. Z. 39, 589-598

Riethe, P., Schmelzle, R., Schwenzer, N. (1980)
Arzneimitteltherapie in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde.
Georg Thieme Verlag Stuttgart

Sauerwein, E. (1962)
Traktat über die Zahnbürste.
Dtsch. Zahnärztl. Z. 17, 121

Silness, J., Löe, H. (1964)
Periodontal disease in pregnancy.
II Correlations between oral hygiene and periodontal condition.
Acta Odontol. Scand. 22, 121-135

Voigt, R. (1984)
Lehrbuch der pharmazeutischen Technologie.
Verlag Chemie

Wannenmacher, E. (1956)
Die künstliche Reinigung und mechanische Beeinflussung des Kauorgans.
Dtsch. Zahnärztebl. 10, 78

Ich danke all Jenen, die bereit waren, als Probanden
zum Entstehen dieser Arbeit beizutragen.
Insbesondere möchte ich Herrn Professor Dr. Dr. P. Riethe
für die Bereitstellung des Themas und die stets freund-
liche und hilfsbereite Betreuung meinen Dank aussprechen.

LEBENSLAUF

Am 7. Juli 1960	wurde ich - Hans-Peter Bodenhöfer - in Stuttgart als Sohn des Kaufmanns Wolfgang Bodenhöfer und seiner Ehefrau Sonja Bodenhöfer, geb. Böhringer geboren.
1967 - 1971	Grundschulbesuch in Waiblingen, Schnait i. R. und Pfullingen
1971 - 1973	Schüler des Pro-Gymnasiums in Pfullingen
1973 - 1980	Besuch des Johannes-Kepler-Gymnasiums in Reutlingen mit abschließendem Abitur
1980 - 1981	Ableisten des Grundwehrdienstes
WS 1981/82	Zulassung zum Studium der Zahnheilkunde an der Eberhard-Karls-Universität in Tübingen
Okt. 1982	Naturwissenschaftliche Vorprüfung in Tübingen
März 1984	Zahnärztliche Vorprüfung in Tübingen
26. Nov. 1986	Staatsexamen in Tübingen
5. Dez. 1986	Bestallung als Zahnarzt